

III-A 376 ロータリーサウンディングの切削音による土質判別方法について

建設省土木研究所 正会員 山木 忠嘉
 建設省土木研究所 正会員 塚田 幸広
 建設省土木研究所 正会員 青山 憲明

1. まえがき

最近、深層混合処理工法による改良地盤や比較的堅い地盤において、連続でかつ機械による一定のデータが得られる新しい調査手法として、ロータリーサウンディングが注目されている。この方法は改良地盤や岩盤のような標準貫入試験が不可能な地盤にも対応させ、貫入速度やトルクといった情報から地盤の一軸圧縮強度を推定するものであるが、土質判別は他の手法に委ねる必要がある。一方、和久・秩父他¹⁾は非破壊検査手法の一つであるAE（アコースティックエミッション）法を用い、シールド工事での掘削音を利用して切羽土質性状の判別を試みている。

本研究は、シールド工事で用いられた土質判別の方法をロータリーサウンディングに応用し、ロータリーサウンディングの切削音を利用した土質判別法に関して、その基本的な適用性を検討したものである。

2. 実験方法

試料には表-1に示す礫、川砂、ロームの3種類を用い、供試体はモールド(φ 30×h 30cm)に3層に分けてランマーで100回ずつ突固めて作成した。図-1に各試料の粒度曲線を示す。

実験は図-2に示すように、電動モーターにより回転し空気圧で上下するロッド(φ 40mm)の先端に、加速度センサー(プリアンプ内蔵、15kHz共振)を内蔵した切削ビットを取り付け、一定の回転速度(80r.p.m)と空気圧(0.5kgf/cm²)で回転貫入させて行った。切削音の計測は信号計測器を介してテープレコーダーで録音し、実験中はスピーカーとオシロスコープでモニターしながら目と耳で切削音の違いを確認した。

3. 実験結果および考察

実験中にスピーカーから聞こえる切削音は土質により明らかに異なり、礫の場合は音量が大きく「ガリガリ」という音の中に突発的に高周波の「キーキー」という音がする。一方、川砂の場合は音量が小さくテレビの「ザー」という雑音に似た音がし、ロームの場合は音量が更に小さく「サー」という一定音である。これらの音は日常的に聞き慣れた音であり、聴覚によっても容易に貫入している供試体の土質性状を推定できる。

表-1 実験ケース

CASE	土質	D ₆₀	締固め度
1	礫	8.6mm	94.7%
2	川砂	0.50mm	94.7%
3	ローム	0.009mm	76.3%

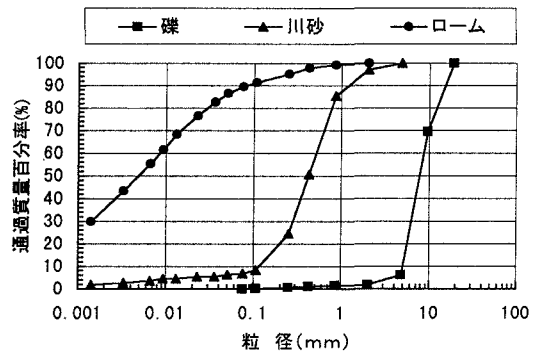


図-1 粒径加積曲線

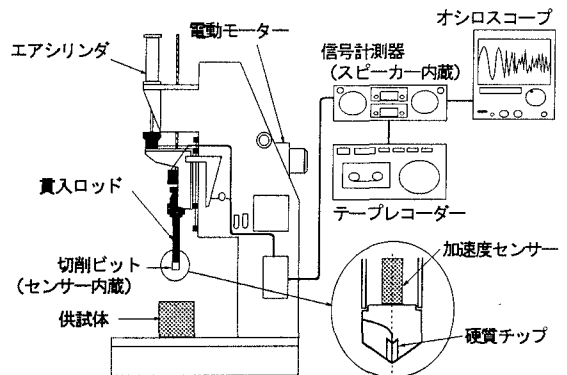


図-2 実験装置および計測システム

各ケースにおける切削音の代表的な信号波形とその周波数分析結果を図-3、図-4にそれぞれ示す。図-3から明らかなように各ケースの信号波形の振幅値は土質によって異なり礫・川砂・ロームの順に大きく、スピーカーで聴いたときの音の大きさ（音量）に一致した結果となっている。

周波数分析結果では、いずれの土質においても卓越した周波数領域が1、3、5～6、10 kHz 付近の4カ所に存在することがわかる。しかし全体の分布形状は土質によって異なり、礫では3 kHz 付近、川砂では5～6 kHz 付近、ロームでは3 kHz 付近と5～6 kHz に顕著なピークが現れている。このような周波数分布形状の差が聴覚における音色の違いとなっているものと推定できる。

音の特性を表す要素には音量（振幅）と音色（周波数特性）があるが、これらが貫入する土質によって異なるのは貫入機構と貫入時のエネルギー消費量の違いによると考えられる。すなわち礫の場合は貫入による土粒子の移動が困難で土粒子の破碎を伴うため、大きなエネルギーが消費されその一部が音となって放出されるが、粒径の小さな川砂では土粒子の移動が容易でエネルギー消費量が小さくなり、ロームに至っては土粒子の破碎はほとんどないと考えられる。

以上の結果から、貫入時の音の差異は信号の振幅値や周波数の分布特性によって決定されるので、これらの特性をパラメーター化し、適切な数値解析手法（例えばニューラルネットワークなど）を用いることによって定量的に評価できると言える。

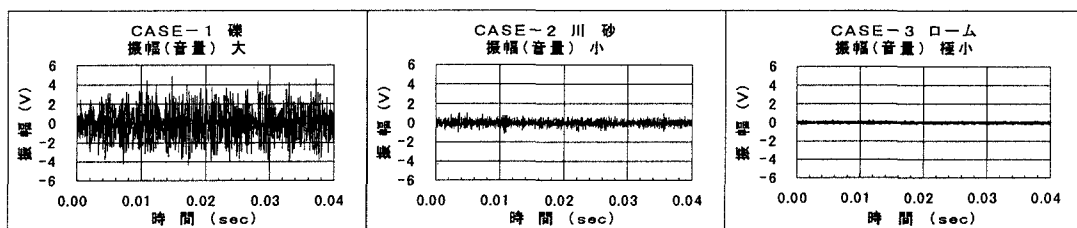


図-3 信号波形

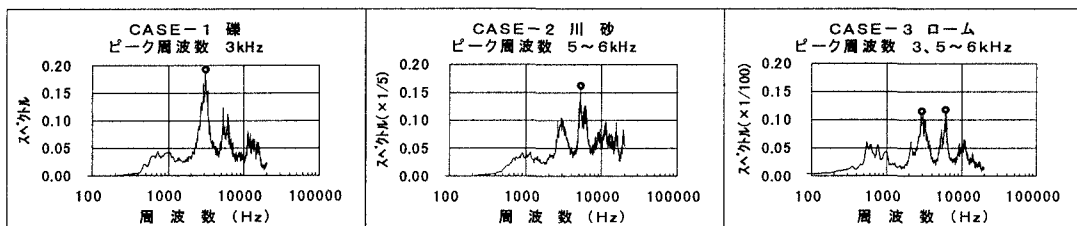


図-4 周波数特性

4. あとがき

今回の実験では切削音による土質判別が有用であることが定性的ではあるが確認できた。今後は更に中間土での実験データを蓄積すると同時に、信号波形のパラメーター化の方法や数値解析による検討を進め、貫入地盤の土質性状を定量的に評価する手法を確立する所存である。

5. 謝辞

本研究は交流研究員として建設省土木研究所に在籍中の研究成果をまとめたものである。この間にご指導・ご助言を頂いたロータリーサウンディング協会の横畑氏、（株）フジタ技術研究所の秩父氏に深謝の意を表す。

<参考文献>

- 1) 和久、秩父他；AE法を用いたシールド工の切羽監視システムの開発、第49回土木学会年次学術講演会